

# ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

## Διδακτικοί Στόχοι

Να διαπιστωθεί η αξία και η χρησιμότητα των συνηθισμένων υλικών, που χρησιμοποιεί ένας τεχνίτης που κατασκευάζει εγκαταστάσεις στην βιομηχανία και ειδικότερα οι μαθητές να είναι σε θέση:

- α. Να περιγράφουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών
- β. Να εκλέγουν τα κατάλληλα υλικά για κάθε χρήση
- γ. Να αναγνωρίζουν την ονοματολογία και τα τυποποιημένα μεγέθη των υλικών

## I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Καλώδια

**Η** κατασκευή των γραμμών σε μια βιομηχανική κατασκευή πραγματοποιείται εξωτερικά με μεταλλικές σχάρες, με πλαστικά κανάλια, με μεταλλικούς και πλαστικούς σωλήνες. Τα καλώδια που χρησιμοποιούμε είναι τις περισσότερες φορές ΝΥΜ υπό την προϋπόθεση ότι η εγκατάσταση εκτελείται τουλάχιστον σε στεγασμένο χώρο.

Το καλώδιο ΝΥΜ αποτελείται από μονόκλωνους ή πολύκλωνους αγωγούς. Ανάλογα με τη διατομή, το πλήθος των αγωγών μπορεί να είναι μέχρι 5 αγωγοί διατομής  $1,5\text{mm}^2$  μέχρι  $35\text{mm}^2$ .

Οι αγωγοί περιβάλλονται από συμπληρωματικό υλικό μόνωσης και εξωτερικά περιβάλλονται από μόνωση PVC. Επιτρέπεται η εγκατάστασή τους, πάνω ή μέσα στο σοβά, σε υγρό ή ξηρό περιβάλλον, κοντά σε εύφλεκτα υλικά, σε υπαίθριες εγκαταστάσεις. Δεν επιτρέπεται η εγκατάστασή τους στο χώμα ή στο νερό.

Στο χώμα ή στο νερό χρησιμοποιούμε καλώδιο ΝΥΥ, υπό την προϋπόθεση ότι δεν αναμένονται μηχανικές καταπονήσεις αφού το καλώδιο ΝΥΥ δεν φέρει μεταλλικό μανδύα.

Τα καλώδια ενέργειας στη μέση τάση έχουν έναν αγωγό και ισχυρή εσωτερική μόνωση.



Καλώδιο ΝΥΜ



Καλώδιο ΝΥΥ



Καλώδιο μέσης τάσης

## Σωλήνες

Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούμε τους σωλήνες για να αυξήσουμε την μονωτική ή μηχανική αντοχή των αγωγών ή των καλωδίων.

Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- α.** Χωνευτοί σωλήνες, οι οποίοι τοποθετούνται κάτω από το επίχρισμα, μέσα στις οροφές και τα δάπεδα.
- β.** Εξωτερικοί σωλήνες οι οποίοι τοποθετούνται επάνω στους τοίχους, στις οροφές, στις κατασκευές γενικά.

**Ανάλογα με το υλικό κατασκευής έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες:**

- Χαλυβδοσωλήνες χωρίς εσωτερική μόνωση
- Χαλυβδοσωλήνες με εσωτερική μόνωση
- Χαλύβδινα σπιδάλ χωρίς εξωτερική μόνωση (φλέξιμπλ)
- Χαλύβδινα σπιδάλ με εσωτερική μόνωση (φλέξιμπλ)
- Ευθύγραμμοι πλαστικοί σωλήνες βαρέως τύπου
- Ευθύγραμμοί πλαστικοί σωλήνες ελαφρού τύπου
- Πλαστικοί σωλήνες σπιδάλ βαρέως τύπου
- Πλαστικοί σωλήνες σπιδάλ ελαφρού τύπου

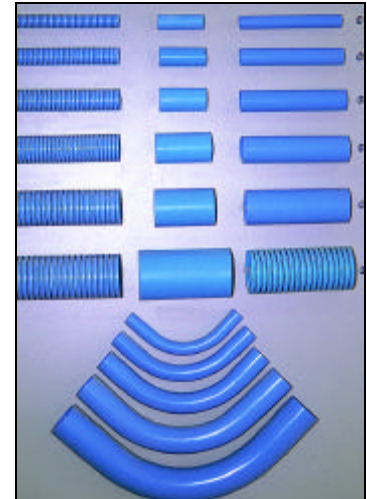
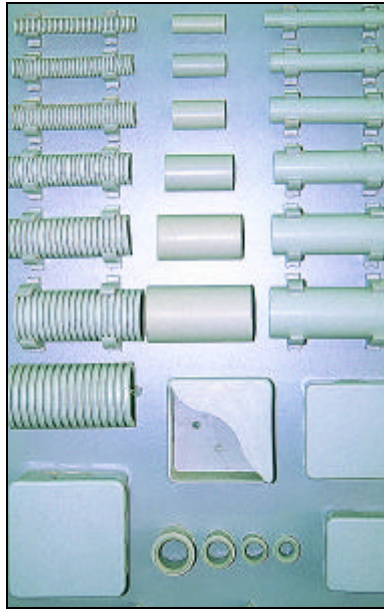
Για τη σύνδεση, την αλλαγή κατεύθυνσης, τη διακλάδωση των σωλήνων, τη στήριξη και την κατάληξή τους χρησιμοποιούνται διάφορα ειδικά εξαρτήματα.

**Τέτοια εξαρτήματα είναι:** Καμπύλες, γωνίες, διακλαδωτήρες (ταυ), περιλαίμια στήριξης (κολάρα), προστόμια, κουτιά διακλάδωσης, απλοί σύνδεσμοι (μούφες), στυπιοθλίπτες.

## Υλικά στερέωσης σωλήνων και καλωδίων βιομηχανικού τύπου

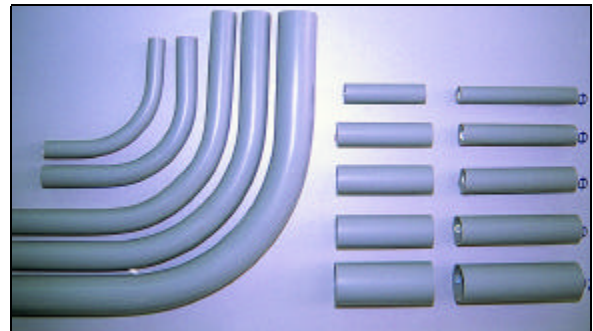
Είναι γνωστό ότι η πλειονότητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων είναι ορατές. Η τοποθέτησή τους στους τοίχους και την οροφή γίνεται με ποικίλους τρόπους.

Στις ορατές επιτοιχίες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούμε μεταλλικούς σωλήνες, πλαστικούς σωλήνες, πλαστικά κανάλια. Η στήριξή τους πραγματοποιείται με ειδικά σπιδάγματα επάνω στον τοίχο.



*Ελαφρού τύπου κατά IEC*

*Βαρέως τύπου κατά IEC*



*Ελαφρού τύπου κατά DIN*



*Υλικά στερέωσης σωλήνων και καλωδίων*

Στις ορατές εγκαταστάσεις οροφής, χρησιμοποιούμε συνήθως διάτρητες μεταλλικές σχάρες, οι οποίες αναρτώνται από την οροφή σε ικανή απόσταση με ειδικά μεταλλικά στηρίγματα. Μέσα ή επάνω στους σωλήνες, στις σχάρες και τα κανάλια, οδηγούνται τα καλώδια.

Ο τρόπος αυτός της εγκατάστασης επιτρέπει την εύκολη επίσκεψη του συνόλου της εγκατάστασης. Έτσι είναι εύκολο να προσθέσουμε γραμμές τροφοδοσίας στα τυχόν νέα μηχανήματα που θα εγκαταστήσουμε. Αυτή είναι μια κατάσταση που εμφανίζεται συχνά στους βιομηχανικούς χώρους. Τα κλειστά πλαστικά κανάλια τοίχου και οροφής, χρησιμοποιούνται σε χώρους που δεν υπάρχουν απαιτήσεις μηχανικής αντοχής. Υπάρχουν σε τυποποιημένα μεγέθη στο εμπόριο, σε μήκος 2 μέτρων. Για την καλύτερη διαμόρφωση και λειτουργικότητα της εγκατάστασης διατίθενται διάφορα εξαρτήματα (γωνίες, διακλαδώσεις κ.λπ.).

Για τις ιδιαίτερες συνθήκες που απαιτούνται για την τροφοδότηση μηχανημάτων και συσκευών από το δάπεδο, υπάρχουν κανάλια δαπέδου πλαστικά κλειστά. Έχουν μηχανική αντοχή και διαμόρφωση τέτοια, ώστε να μην εμποδίζουν την διέλευση πάνω από αυτά.

### Εξαρτήματα σύνδεσης αγωγών και μονωτικά υλικά

Οι αγωγοί συνδέονται μεταξύ τους με ειδικούς ακροδέκτες (κλέμενες), ανάλογα με την διάμετρο των αγωγών.

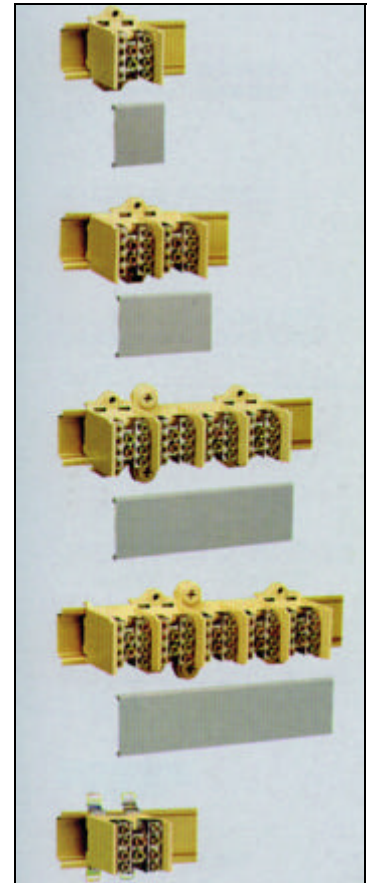
Στην αγορά υπάρχουν και ακροδέκτες πολλαπλών συνδέσεων, μονωμένοι ή μη, για τοποθέτηση σε ράγα ή σε ειδικά στηρίγματα.

**Η ειδική σειρά ακροδεκτών ράγας (κλέμενες), αποτελείται από εξαρτήματα που έχουν:**

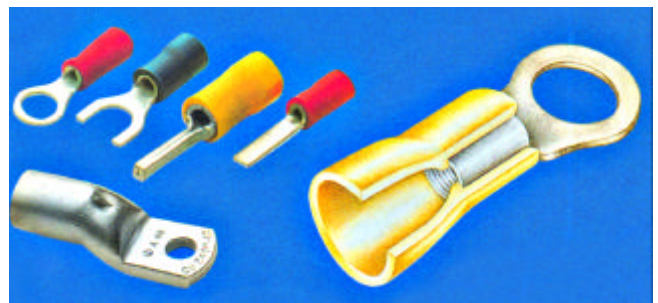
- n Ομοιόμορφες διαστάσεις και έτσι μικραίνει ο αριθμός των εξαρτημάτων.
- n Μεγάλη ικανότητα σύσφιξης, κατάλληλη και για σύσφιξη 2 αγωγών.
- n Ικανότητα να κουμπώνουν μεταξύ τους κατά την συναρμολόγηση και ο τελευταίος ακροδέκτης της σειράς δέχεται πλάκα τερματισμού.
- n Δυνατότητα να κουμπώνουν επάνω τους ετικέτες σημάσεως.

Μπορούν να τοποθετηθούν σε συμμετρική ράγα DIN 46277/3 ή σε ασύμμετρη ράγα DIN 46277/1.

Σε ορισμένα υλικά και σε μπαρέτες συνδέσεων, είναι απαραίτητο να διαμορφωθούν οι αγωγοί στα άκρα τους, ώστε η επαφή στο σημείο σύνδεσης να είναι καλή. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε ακροδέκτες ειδικού τύπου και η σύνδεσή τους με τον αγωγό μπορεί να γίνει με πρεσάρισμα ή κόλλη-



*Ακροδέκτες πολλαπλών συνδέσεων*



*Ακροδέκτες καλωδίων (KOS)*



ση. Ο ακροδέκτης στο σημείο σύνδεσης αγκαλιάζεται με θερμοσυστελόμενο μακαρόνι που διατίθεται σε χρώματα τυποποιημένα. Στους διακόπτες ισχύος, ανάμεσα στους ακροδέκτες των φάσεων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούμε προεκτάσεις για ακροδέκτες, τοποθετούμε ειδικά διαχωριστικά φράγματα.

### **Ασφαλειοαποζεύκτες μονοπολικού, διπολικού και τριπολικού τύπου**

Οι ασφαλειοαποζεύκτες είναι μονοπολικοί, διπολικοί, τριπολικοί και τετραπολικοί. Δέχονται κυλινδρικά φυσίγγια, προστατεύουν και ελέγχουν τα κυκλώματα από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα. Για ονομαστική ένταση έως 40Α τοποθετούνται σε ράγες ενώ για μεγαλύτερες εντάσεις τοποθετούνται σε πλάκα στήριξης.

### **Διακόπτες ισχύος τριπολικοί**

Οι διακόπτες ισχύος προστατεύουν τις γραμμές τροφοδοσίας στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις από θερμική υπερφόρτιση και διακόπτουν την τροφοδοσία σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως γενικοί διακόπτες και υπάρχει η δυνατότητα να αναχωρήσουν γραμμές τροφοδοσίας από αυτούς, χωρίς τη χρήση ασφαλειών, για ρεύματα βραχυκύκλωσης μέχρι 50Α.

### **Χαρακτηριστικά**

**Για I<sub>ov</sub>:** από 16Α έως 125Α, έχουν ικανότητα διακοπής έως 16ΚΑ και 25ΚΑ.

**Για I<sub>ov</sub>:** 400Α έχουν ικανότητα διακοπής έως 36ΚΑ.

Διαθέτουν πηνίο εργασίας, πηνίο ελλείψεως τάσης, βοηθητικές επαφές, πλαστικό κάλυμμα επαφών, προεκτάσεις για ακροδέκτες, διαχωριστικά διαφράγματα μεταξύ φάσεων. Συνήθως υπάρχει ένδειξη στην πρόσοψη του διακόπτη, ότι η διακοπή έχει προέλθει από σφάλμα ή από χειροκίνητη εντολή.

Η θερμική διακοπή ρυθμίζεται από 0,65 έως 1 X I<sub>ov</sub> και η ρυθμιζόμενη μαγνητική διακοπή από 3,5 έως 10 X I<sub>ov</sub>. Περιλαμβάνουν ένα μηχανικό μπουτόν δοκιμής (test).

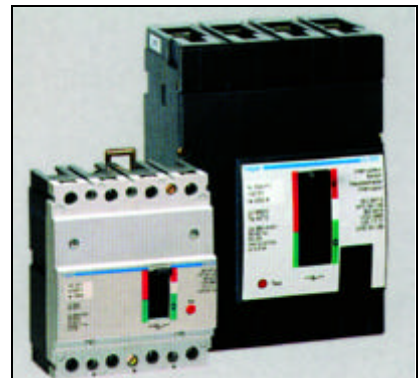
**Ονομαστική τάση 380/415V - 50Hz για περιβάλλον έως 40 °C.**

### **Διακόπτες χειρισμού τριπολικού ζεύξης 0-1, 1-0-1, 0-Y-Δ, Δ-Y-0.**

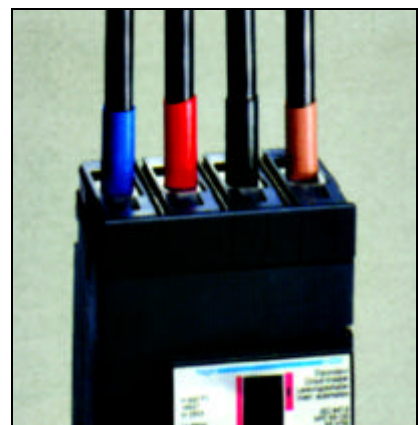
Οι διακόπτες χειρισμού χρησιμοποιούνται για να διακόπτουμε χειροκίνητα τις γραμμές τροφοδοσίας ή να αλλάζουμε χειροκίνητα



*Ασφαλειοαποζεύκτης τριπολικός*



*Διακόπτες ισχύος τριπολικοί*



*Τρόπος σύνδεσης καλωδίων σε διακόπτη ισχύος*

τρόπο ζεύξης στα φορτία. Είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποκλείονται τα βραχυκυκλώματα ή οι ενώσεις με τη γη, από τη δημιουργία σπινθήρων κατά τη διακοπή με το ονομαστικό φορτίο για το οποίο έχουν κατασκευαστεί.

Υπάρχουν διακόπτες χειρισμού από 40Α έως 160Α ονομαστική τάση λειτουργίας 380/415 V που μπορούν να σπρηχτούν σε ράγα.

Για Ιον από 125 έως 630Α, υπάρχουν γενικοί διακόπτες μεγάλης ισχύος.

Είναι διακόπτες τριπολικό ή τετραπολικό, συνήθως με διπλή διακοπή σε κάθε φάση.

Πραγματοποιούν ακαριαία ζεύξη ή διακοπή, ανεξάρτητα από την ταχύτητα χωρισμού. Διαθέτουν επαφές από επάργυρο χαλκό, πλαίσιο από πολυεστέρα με υαλοβάμβακα μεγάλης αντοχής στο ηλεκτρικό τόξο. Έχουν τάση μονώσεως  $U_{μον}$ : 750V.

Οι μεταγωγικοί, γενικοί διακόπτες φορτίου παρέχουν την δυνατότητα τροφοδοσίας ενός κυκλώματος από το δίκτυο της ΔΕΗ ή από μια ανεξάρτητη γεννήτρια. Οι χειροκίνητοι διακόπτες χειρισμού Ο-Υ-Δ, χρησιμοποιούνται στα φορτία μικρής ισχύος και στις εγκαταστάσεις που δεν είναι αυτόματες.

### **Προστατευτικοί διακόπτες τριπολικό με προστασία από υπερφόρτιση, βραχυκύκλωμα και έλλειψη τάσης**

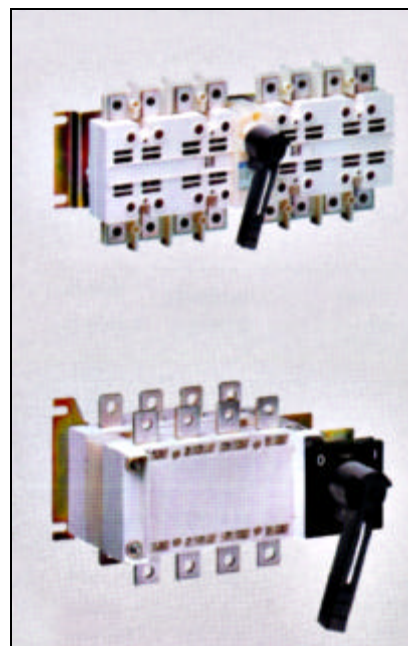
Είναι διατάξεις προστασίας μονοφασικών ή τριφασικών κινητήρων. Προστατεύουν από υπερφόρτιση με θερμική διακοπή ρυθμιζόμενη και από βραχυκύκλωμα με μαγνητική διακοπή. Ένα πηνίο έλλειψης τάσης διακόπτει την τροφοδότηση όταν παρουσιαστεί έλλειψη τάσης στο δίκτυο. Τάση διακοπής από 0,7 έως 0,4 X  $U_n$  και τάση επαναλειτουργίας πάνω από 0,85 X  $U_n$ . Διάρκεια ζωής: 100.000 χειρισμοί για κατηγορία χρήσης: AC3. Σε ορισμένους τύπους υπάρχουν βοηθητικές επαφές 1Α -1Κ.

### **Τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος, διμεταλλικά θερμικά**

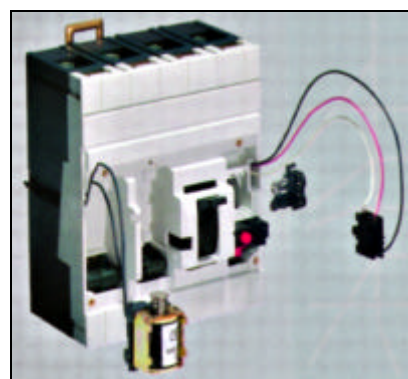
Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος (ρελέ) ισχύος πραγματοποιούν ζεύξη και απόζευξη φορτίων. Ο χειρισμός τους μπορεί να γίνει τοπικά ή από απόσταση.

**Τα κύρια μέρη του είναι:**

- Το πηνίο
- Οι κύριες επαφές ή επαφές ισχύος
- Το μαγνητικό κύκλωμα και ο σπλισμός του



*Μεταγωγικοί διακόπτες φορτίου*



*Βοηθητικές επαφές και πηνίο έλλειψης τάσης*

Μπορούν να πραγματοποιήσουν έλεγχο φορτίων συνεχούς ρεύματος DC, εναλλασσόμενου ρεύματος AC. Ανάλογα με την κατηγορία του φορτίου που συνδέουν διακρίνονται στις κατηγορίες AC1, AC2, AC3, AC4, AC5, και DC1, DC2, DC3, DC4, DC5.

**Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τύποι στο εμπόριο είναι:**

AC1 για φορτία θερμικά (ωμικά)

AC3 για φορτία κίνησης (επαγωγικά)

AC5 για ζεύξη πυκνωτών (χωρητικό φορτίο)

Σε αρκετούς τύπους υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν βοηθητικές επαφές και άλλοι βοηθητικοί μηχανισμοί.

### Τηλεχειριζόμενοι διακόπτες

Χαρακτηριστικά στοιχεία των ηλεκτρονόμων ισχύος

- κατηγορία φορτίου (AC1 κ.λπ.)
- ονομαστική τάση λειτουργίας
- ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας
- τάση τροφοδοσίας του πηνίου ελέγχου
- αριθμός βοηθητικών επαφών
- μέγιστος αριθμός χειρισμών

### Διμεταλλικά θερμικά

Τα θερμικά είναι μηχανισμοί που προστατεύουν τους κινητήρες από υπερφορτίσεις. Συνδέονται με τους ηλεκτρονόμους ισχύος στο κύκλωμα ισχύος και ελέγχουν το πηνίο των ηλεκτρονόμων με την κλειστή βοηθητική επαφή τους 95-96.

Κάθε θερμικό έχει μια περιοχική ηλεκτρικής έντασης σε Αμπέρ που καλύπτει το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα. Η ακριβής ρύθμιση πραγματοποιείται με έναν εμφανή μηχανισμό. Στην περίπτωση διακοπής του κυκλώματος από υπερφόρτιση του κινητήρα, ένας μηχανισμός μανδάλωσης δεν επιτρέπει την επαναφορά των διμεταλλικών στοιχείων όταν ψυχθούν.

Σε ορισμένους τύπους υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης για αυτόματη ή χειροκίνητη επαναφορά (reset) των διμεταλλικών στοιχείων.

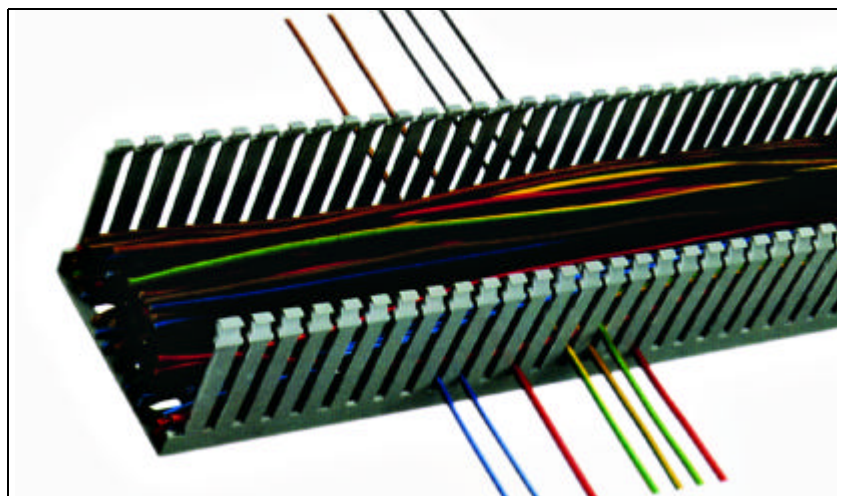
Μια επιπλέον ανοικτή βοηθητική επαφή, χρησιμοποιείται για κυκλώματα σημάτων.



*Ηλεκτρονόμοι Ισχύος*



*Διμεταλλικά Θερμικά*



*Διάτρητο κανάλι καλωδίωσης*



## II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1. Αντικείμενα εφαρμογής

Συνηθισμένο εγκαταστασιακό υλικό χαμηλής τάσης όπως:

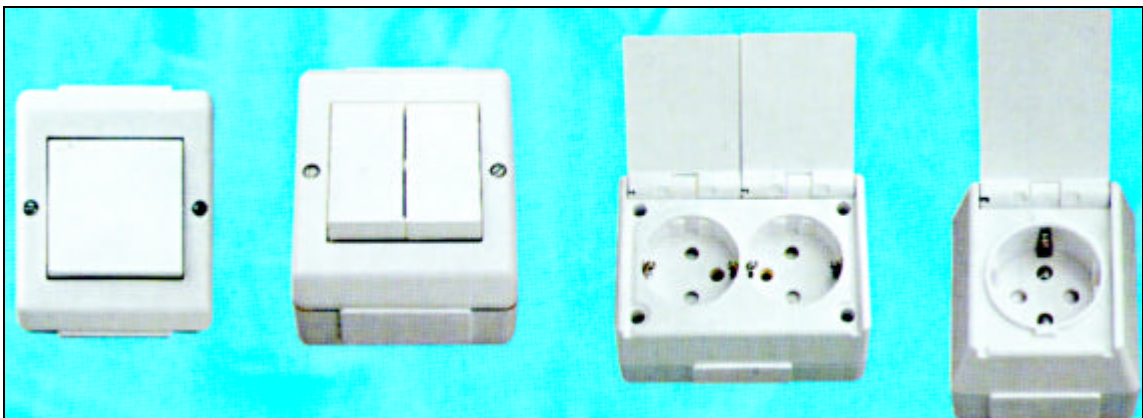
- Διακόπτες πινάκων
- Βιδωτές, αυτόματες και μαχαιρωτές ασφάλειες
- Μικροϋλικά πινάκων
- Ασφαλειοδιακόπτες μονοπολικό - διπολικό - τριπολικό
- Ρευματοδότες - ρευματολήπτες βιομηχανικού τύπου
- Διακόπτες ισχύος τριπολικό, ασφαλειοδιακόπτες ισχύος 3πολικό
- Διακόπτες χειρισμού τριπολικό ζεύξεως: Ο-Ι, Ι-Ο-Ι, Ο-Υ-Δ και Δ-Υ-Ο-Υ-Δ
- Προστατευτικοί διακόπτες με παρεχόμενη προστασία έναντι υπερεντάσεως, βραχυκυκλώματος και πτώσης τάσεως
- Τηλεχειριζόμενοι τριπολικό διακόπτες αέρος
- Όργανα εντολής: ωρολογιακοί διακόπτες, χρονικά ρελέ, μπουτόν τηλεχειρισμού.

### 2. Πορεία εργασίας

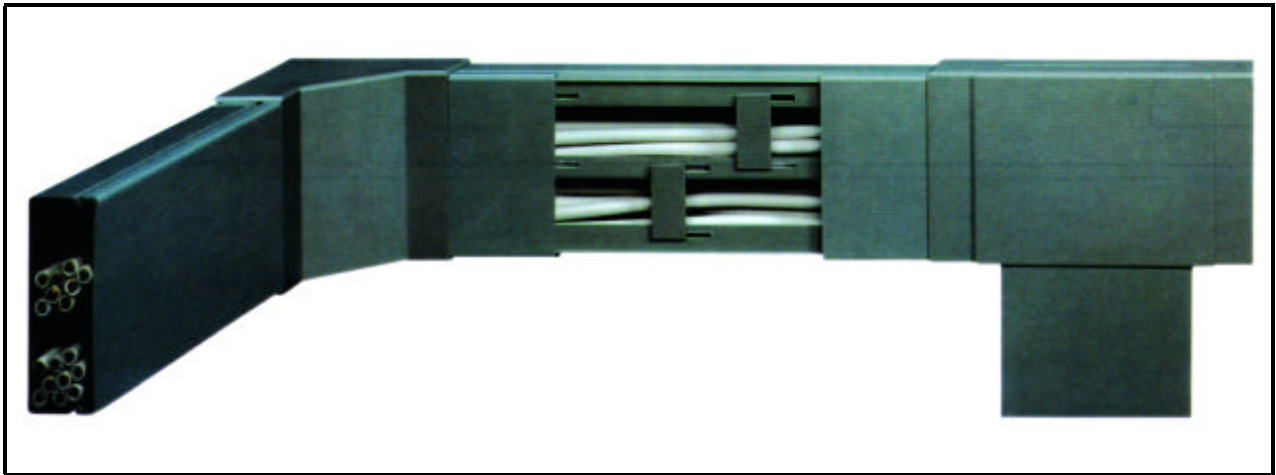
1. Επίδειξη των υλικών και γενικά στοιχεία κατασκευής αυτών
2. Προδιαγραφές - τυποποιημένα μεγέθη των υλικών
3. Οδηγίες και κανονισμοί για την ορθή χρησιμοποίηση των υλικών



Ασφαλειοαποζεύκτες



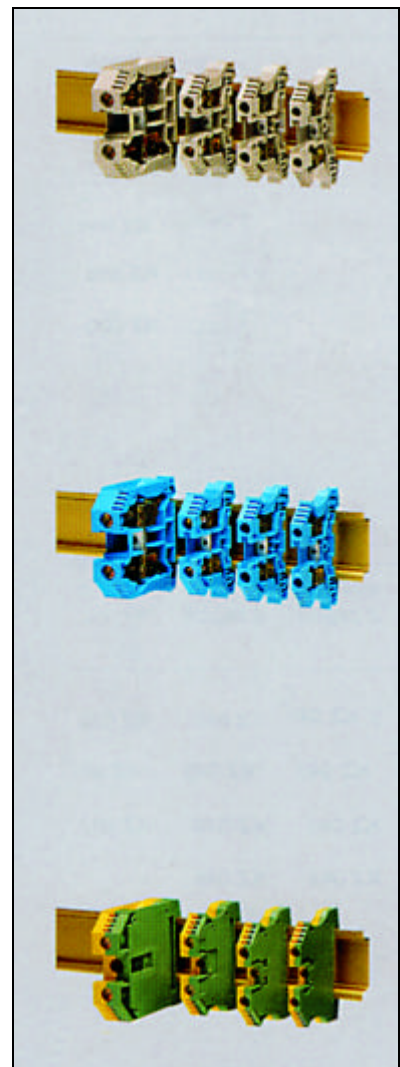
Διακόπτες και πρίζες στεγανού τύπου



*Διανομή με πλαστικό κανάλι*



*Εξαρτήματα πλαστικών σωλήνων*



*Ακροδέκτες κλέμενες*



## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

### Διδακτικοί Στόχοι

Η απόκτηση ικανότητας:

- α. Στην κατασκευή σωληνώσεων και τοποθέτηση κουτιών
- β. Στο πέρασμα αγωγών
- γ. Στις διακλαδώσεις αγωγών μέσα στα κουτιά
- δ. Στον οπτικό έλεγχο σωληνώσεων και κουτιών διακλάδωσης

### I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Οι επιτρεπόμενες πτώσεις τάσεως για τα ισχυρά ρεύματα είναι οι ακόλουθες:

Για δίκτυο 230V, κυκλώματα φωτισμού 1,5%, δηλαδή:

$$\Delta U = 3,5V$$

Για δίκτυο 400V, κυκλώματα κίνησης 3%, δηλαδή:

$$\Delta U = 12V$$

Οι επιτρεπόμενες φορτίσεις των αγωγών καλωδίων παροχής προς τους πίνακες υπολογίζονται με βάση τους κανονισμούς του Υπουργείου Βιομηχανίας (ομάδα 1, θερμοκρασία περιβάλλοντος 30 °C). Για παράλληλη τοποθέτηση καλωδίων με κοινό σημείο σύνδεσης ως επιτρεπόμενη φόρτιση για κάθε καλώδιο, υπολογίζεται συνήθως ποσοστό 90% της επιτρεπόμενης φόρτισης.

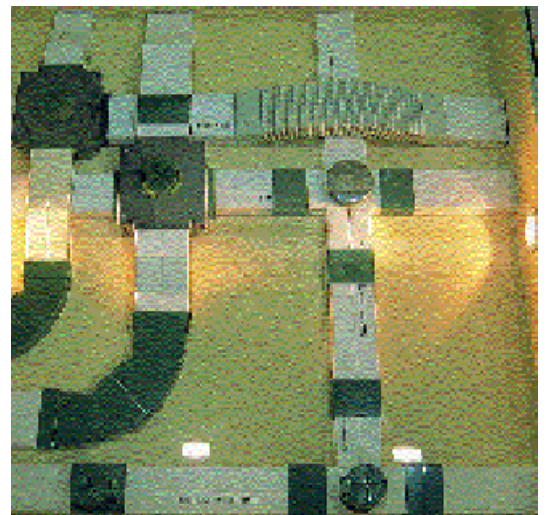
Για τον υπολογισμό των διατομών των αγωγών - καλωδίων λαμβάνονται υπόψη:

1. Η ανεκτή πώση τάσης της γραμμής
2. Η επιτρεπόμενη φόρτιση του καλωδίου σε συνάρτηση των τοπικών συνθηκών τοποθέτησης, θερμοκρασίας κ.α.
3. Η ικανοποιητική σχέση έντασης ρεύματος βραχυκύκλωσης προς την προτασόμενη ασφάλεια.

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των βιομηχανικών χώρων κατασκευάζονται σύμφωνα με τα σχέδια και τις τεχνικές προδιαγρα-



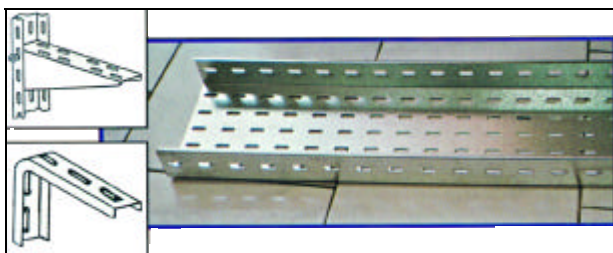
Κανάλια σε αποχρώσεις ξύλου



Κανάλια και εξαρτήματα σύνδεσής τους

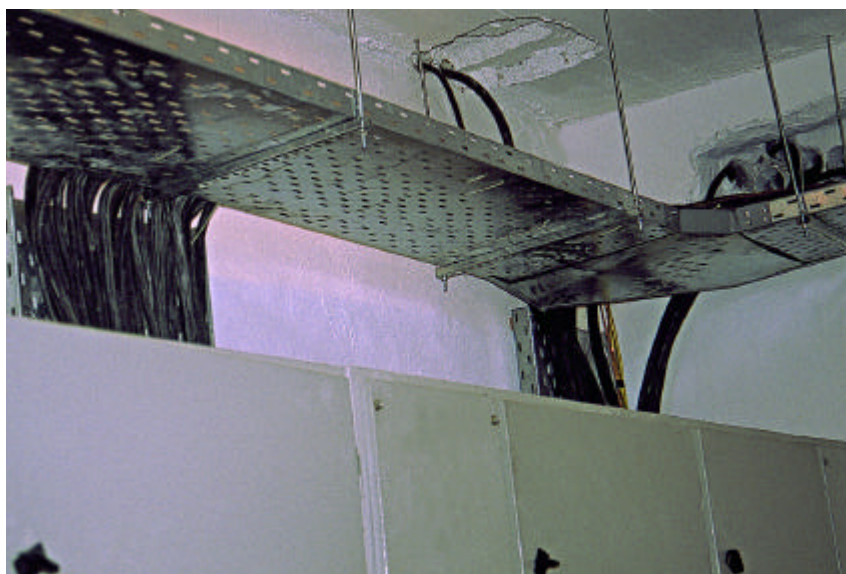
φές της μελέτης, όσον αφορά τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και τον τρόπο κατασκευής.

### Οι ηλεκτρικές γραμμές πάνω από τις ψευδοροφές κατασκευάζονται:



Διάτρητη μεταλλική σχάρα

- με καλώδια Ν.Υ.Μ σε μεταλλική διάτρητη σχάρα ανοικτού τύπου.
- Με καλώδια Ν.Υ.Μ μέσα σε χαλύβδινο σωλήνα, ο οποίος εγκαθίσταται στην επιφάνεια του τοίχου ή της οροφής.
- Με καλώδια Ν.Υ.Μ ορατά, στηριζόμενα πάνω στην οροφή ή τους τοίχους με στηρίγματα.



Τοποθέτηση καλωδίων σε μεταλλική σχάρα



Κανάλι δαπέδου

### Οι ηλεκτρικές γραμμές κάτω από το ύψος των ψευδοροφών κατασκευάζονται γενικά:

Με αγωγούς Ν.Υ.Α ή Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ μέσα σε χαλύβδινους ή πλαστικούς σωλήνες βαρέως τύπου ή χωνευτές μέσα στον τοίχο.

Στους χώρους των υπογείων των βιομηχανικών χώρων οι ηλεκτρικές γραμμές κατασκευάζονται με καλώδια Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ μέσα σε σωλήνες πλαστικούς βαρέως τύπου στον τοίχο ή σε ομαδικές διαδρομές με καλώδια Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ πάνω σε σχάρες. Οι ηλεκτρικές γραμ-

μές των ηλεκτροκινητήρων, στο τελευταίο τους μέρος και σε μήκος περίπου 50cm, θα προστατεύονται από εύκαμπτο σωλήνα (φλεξίμπλ) που φέρει στα άκρα του κατάλληλες απολήξεις, ώστε να συνδέεται στο σωλήνα και στο κιβώτιο του κινητήρα εύκολα χωρίς συγκολλήσεις. Οι γραμμές αυτές κατασκευάζονται με καλώδια Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ. Οι ηλεκτρικές γραμμές τροφοδότησης των ηλεκτρικών πινάκων κατασκευάζονται με καλώδια θερμοπλαστικής μόνωσης, τύπου Ν.Υ.Υ πάνω σε σχάρες ανοικτού τύπου, ή μέσα σε χαλύβδινους σωλήνες.

Οι ηλεκτρικές γραμμές από καλώδια με θερμοπλαστική μόνωση, τύπου Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ, τοποθετούνται ορατές ή χωνευτές μέσα σε πλαστικούς ή χαλύβδινους σωλήνες ή πάνω σε μεταλλική σχάρα από διάτρητη λαμαρίνα ανοικτού τύπου. Σε περίπτωση γραμμών από καλώδια Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ μέσα σε χαλύβδοσωλήνα καθορίζεται ότι η εσωτερική διάμετρος του χαλύβδοσωλήνα θα είναι, τουλάχιστον, διπλάσια της εξωτερικής διαμέτρου του καλωδίου που περιέχει.

Οι ορατές γραμμές από καλώδια Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ κατασκευάζονται με στηρίγματα από πλαστικό υλικό, που απέχουν μεταξύ τους 33cm κατά μέγιστο, εκτός από τα σημεία κάμψης, όπου η πυκνότητα θα είναι μεγαλύτερη.

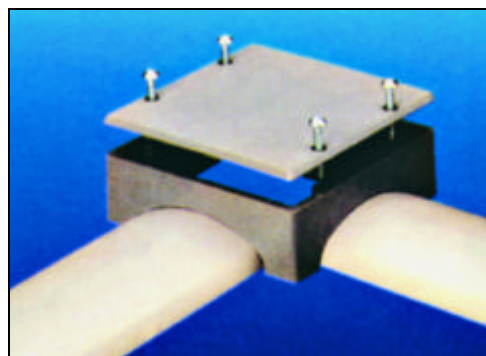
Σε περίπτωση παράλληλης όδευσης σε τοίχους ή σε οροφή, περισσότερων των τριών ορατών γραμμών από καλώδιο Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ, τα στηρίγματα των διαφόρων γραμμών βρίσκονται σε ευθεία και είναι ειδικής μορφής, ώστε να στερεώνονται σε μεταλλικούς ράβδους ειδικής διατομής. Οι μεταλλικοί ράβδοι πρέπει να είναι γαλβανισμένοι «εν θερμώ» ή ηλεκτρολύτη.

Στις ομαδικές οδεύσεις καλωδίων ισχυρών ρευμάτων, χρησιμοποιούνται, ανάλογα με τις θέσεις και τις απαιτήσεις ασφάλειας, σχάρες ανοικτού τύπου. Κάθε σχάρα έχει χωρητικότητα καλωδίων κατά 20% τουλάχιστον μεγαλύτερη από αυτή της φάσης κατασκευής. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι οι διαδρομές των καλωδίων Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ για τροφοδότηση μηχανημάτων πρέπει να είναι συνεχής από τον τοπικό πίνακα τροφοδότησής τους μέχρι το μηχάνημα που τροφοδοτείται. Οι διακλαδώσεις των καλωδίων γίνονται σε κουτιά διακλάδωσης.

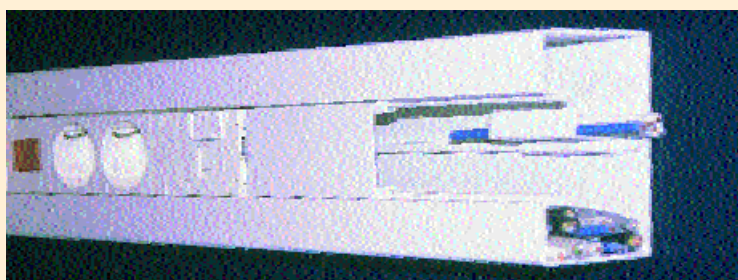
Επίσης κατά την είσοδο ή έξοδο των καλωδίων Ν.Υ.Μ ή Ν.Υ.Υ (όταν είναι ορατά στον τοίχο) από το κουτί διακλάδωσης, παρεμβάλλεται, μεταξύ στυπιο-

θλίπτη και κουτιού διακλάδωσης, πλαστική ροδέλα που θα εξασφαλίζει την στεγανότητα. Τα καλώδια Ν.Υ.Υ που εγκαθίστανται στο δάπεδο τοποθετούνται μέσα σε χαλύβδινο σωλήνα ή σε γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα με κατάλληλη διάμετρο ή σε σωλήνα «sibi».

Σε όλες περιπτώσεις προβλέπονται ανεξάρτητες γραμμές γείωσης, αυτές κατασκευάζονται με γυμνούς αγωγούς χάλκινους, μέσα σε σωλήνες ή επί των στηριγμάτων, ή πάνω σε μεταλλική σχάρα ανοικτού τύπου. Ισχύουν και εδώ όσα αναφέρθηκαν προηγούμενα για τα καλώδια Ν.Υ.Μ όσον αφορά τις διαμέτρους σωλήνων, τα στηρίγματα κ.λπ..



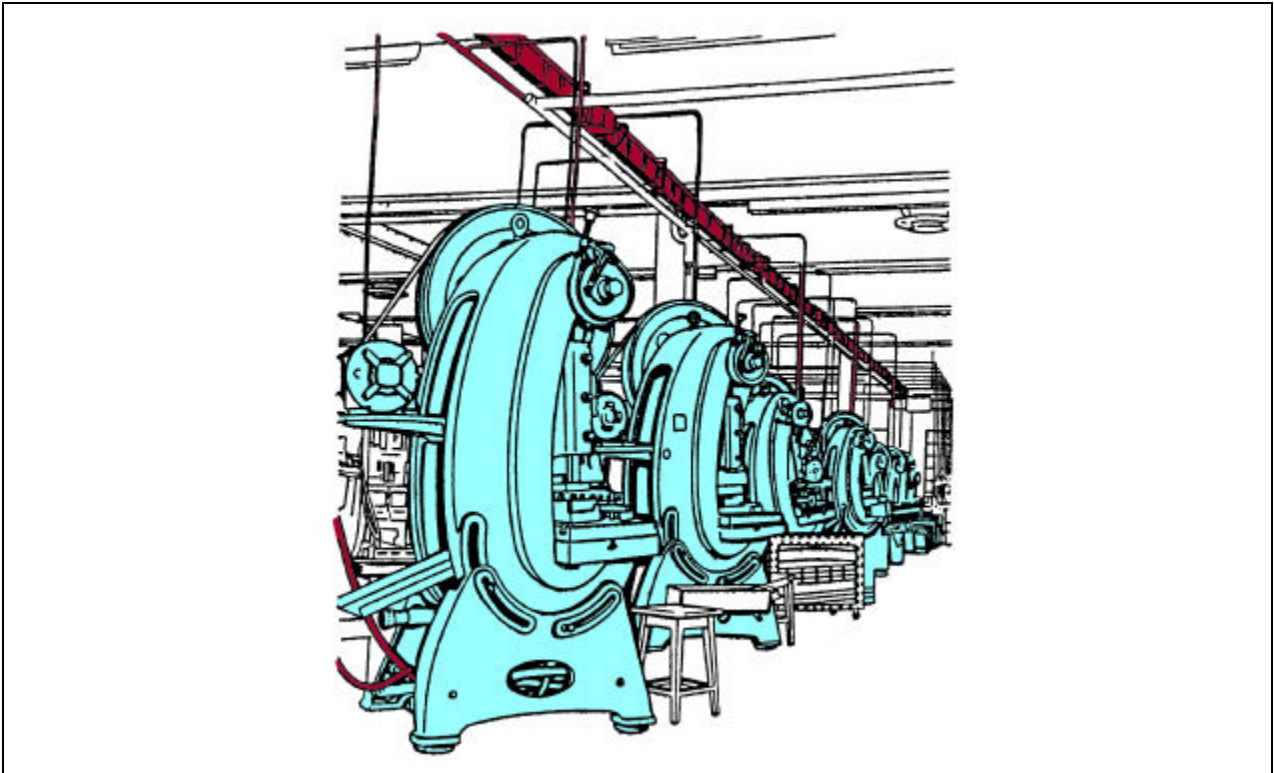
*Κουτί διακλάδωσης*



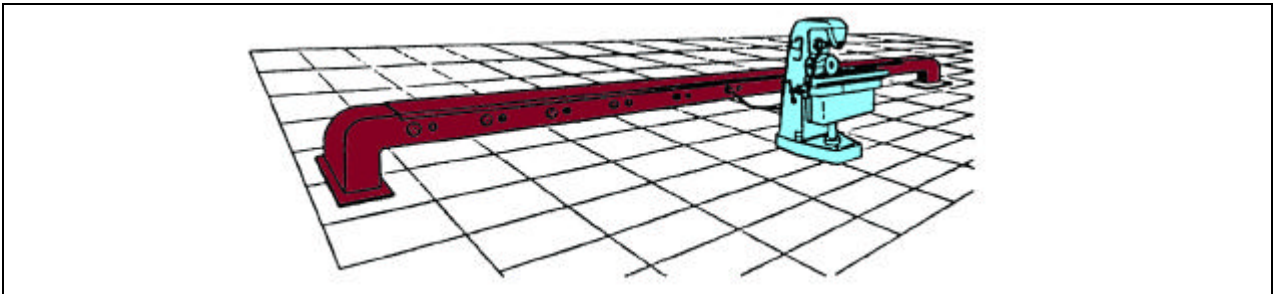
*Πρίζες τοποθετημένες σε κανάλι*



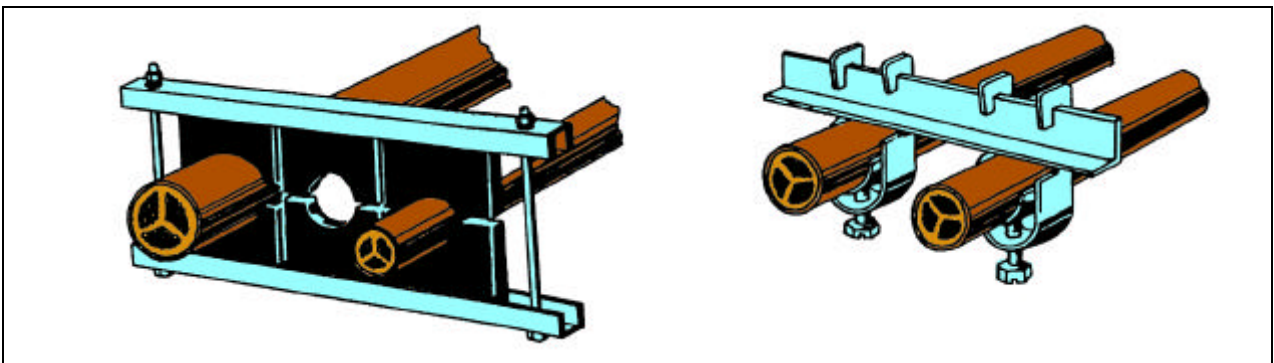
*Γραμμές τροφοδότησης μηχανών από εναέρια εγκατάσταση*



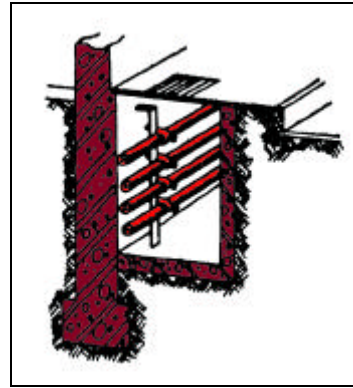
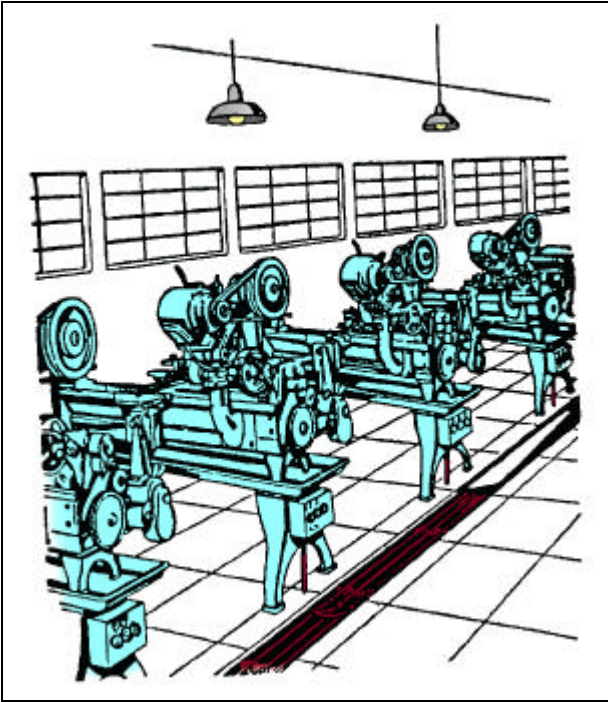
*Γραμμές τροφοδότησης, καταναλωτών, μέσα σε κανάλι τοποθετημένο σε ύψος 25-30 cm από το δάπεδο*



*Τρόποι στήριξης καλωδίων*



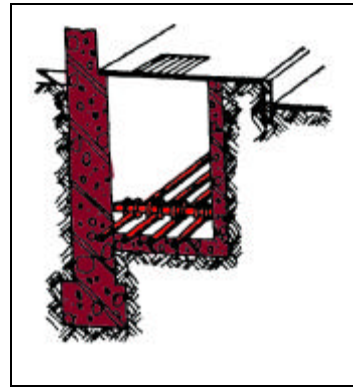
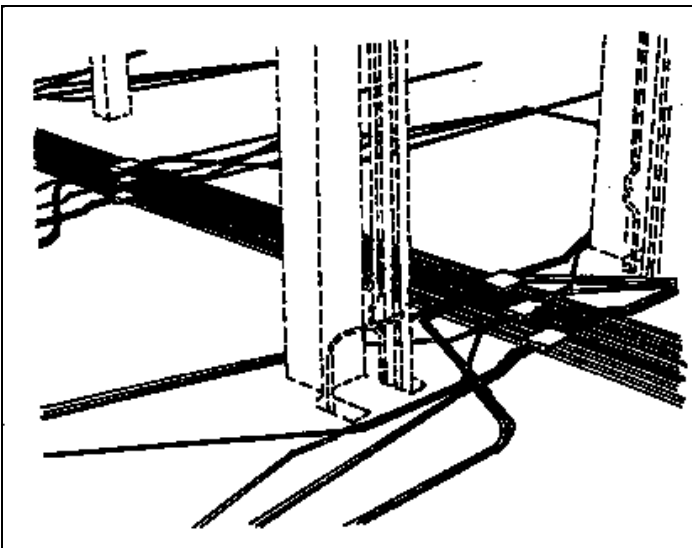
*Τροφοδότηση μηχανών από χαμηλά*



*Διάταξη των καλωδίων σε υπόγειο κανάλι*

*Παράδειγμα εγκατάστασης που αναπτύσσεται σε υπόγειο κανάλι*

*Χωνευτή εγκατάσταση*



*Διάταξη των καλωδίων σε υπόγειο κανάλι*

## Οι ραβδόμορφοι αγωγοί στην τροφοδότηση καταναλωτών

### Δομή και χαρακτηριστικά

Οι ραβδόμορφοι αγωγοί είναι αγωγοί οι οποίοι συγκροτούνται από ένα σύστημα ράβδων χαλκού ή αλουμινίου, οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους, συγκροτούνται από μονωτήρες και περιέχονται μέσα σε ένα κλειστό περιβλήμα ο βαθμός προστασίας του οποίου δεν είναι μικρότερος από IP 20.

Συνήθως, το κέλυφος είναι μεταλλικού τύπου (χαλύβδινη και γαλβανισμένη ή βαμμένη λαμαρίνα) που μπορεί να αποτελεί τον προστατευτικό αγωγό αλλά δεν λείπουν και οι τύποι με μονωτικό κέλυφος. Το σύνολο είναι προκατασκευασμένο, πωλείται σε κομμάτια διαφόρου μήκους τα οποία ενώνονται εύκολα προκειμένου να αποτελέσουν γραμμές κορμού στις οποίες μπορούν να συνδεθούν, με κιβώτια ταχυσυνδέσμων, τα τερματικά κυκλώματα σύνδεσης των μηχανημάτων.

Οι ράβδοι συμφέρουν σε σχέση με τα καλώδια γιατί για την ίδια διατομή έχουν σημαντικά μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς (παροχή) και γιατί το μονωτικό, αποτελούμενο από ρητίνες υψηλών διηλεκτρικών και θερμικών χαρακτηριστικών, δεν υπόκειται σε γήρανση.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι εκείνο της δυνατότητας ολικής ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης σε περίπτωση τροποποιήσεων τόσο της διαδρομής όσο και της δομής, ακόμη και μετά δεκαετίες λειτουργίας.

Τα μέγιστα πλεονεκτήματα επιτυγχάνονται στην περίπτωση της μεγάλης βιομηχανικής διανομής με ρεύματα η ένταση των οποίων είναι διαφόρων εκατοντάδων αμπερ.

Υπάρχουν επίσης και ραβδόμορφοι αγωγοί μικρής ονομαστικής παροχής (40-60 A) οι οποίοι προορίζονται για την τροφοδοσία συσκευών φωτισμού μέσω μονάδων διακλάδωσης τύπου συνδετήρα. Αναφορικά με αυτό το θέμα πρέπει, όμως, να διευκρινιστεί ότι δεν υπεισέρχονται στην ταξινόμη-

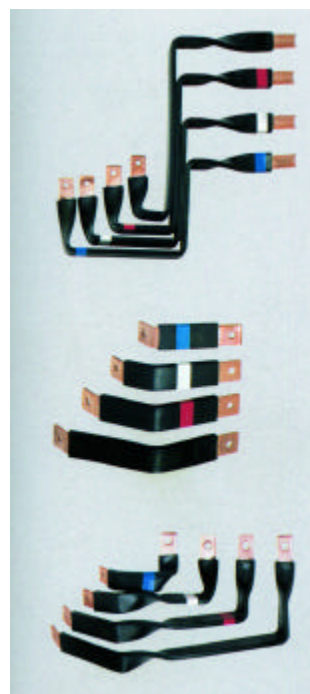
ση των ραβδόμορφων αγωγών τα συστήματα τροφοδοσίας του τύπου ηλεκτροδοτούμενης ράγας γιατί με αυτά ασχολείται ένας συγκεκριμένος Ευρωπαϊκός Κανονισμός (EN 60570).

### Κριτήρια εκλογής

Στα βιομηχανικά κτίρια που έχουν έντονη ηλεκτροδότηση, πρακτικά υπάρχουν μόνο δύο τύποι εγκαταστάσεων διανομής: οι ραβδόμορφοι αγωγοί και τα κανάλια. Πρέπει να προτιμούνται οι ραβδόμορφοι αγωγοί όταν είναι συμφέρουσα η διανομή τύπου γραμμής κορμού, δηλαδή όταν υπάρχουν πολλά μηχανήματα μικρής ισχύος που προορίζονται να εργάζονται σε αλυσίδα παραγωγής.

Αναφορικά με την εκλογή του ονομαστικού ρεύματος, συμφέρει να είμαστε πολύ απλόχεροι σχετικά με τα ονομαστικά ρεύματα χρήσης: Πράγματι οι ραβδόμορφοι αγωγοί με ονομαστικά ρεύματα μικρότερα από 250-300 A, συνήθως, δύσκολα μπορούν να ανακτηθούν σε περίπτωση επεκτάσεων ή αλλαγών των διαδρομών.

Πολύ σημαντική είναι η αντοχή στο βραχυκύκλωμα όταν η προστασία έχει υλοποιηθεί με αυτόματους διακόπτες επιλεκτικού τύπου: πράγματι αυτές οι συσκευές δεν εξασκούν καμιά δράση περιορισμού ούτε της θερμικής ενέργειας που περνά ούτε των ρευμάτων αιχμής.



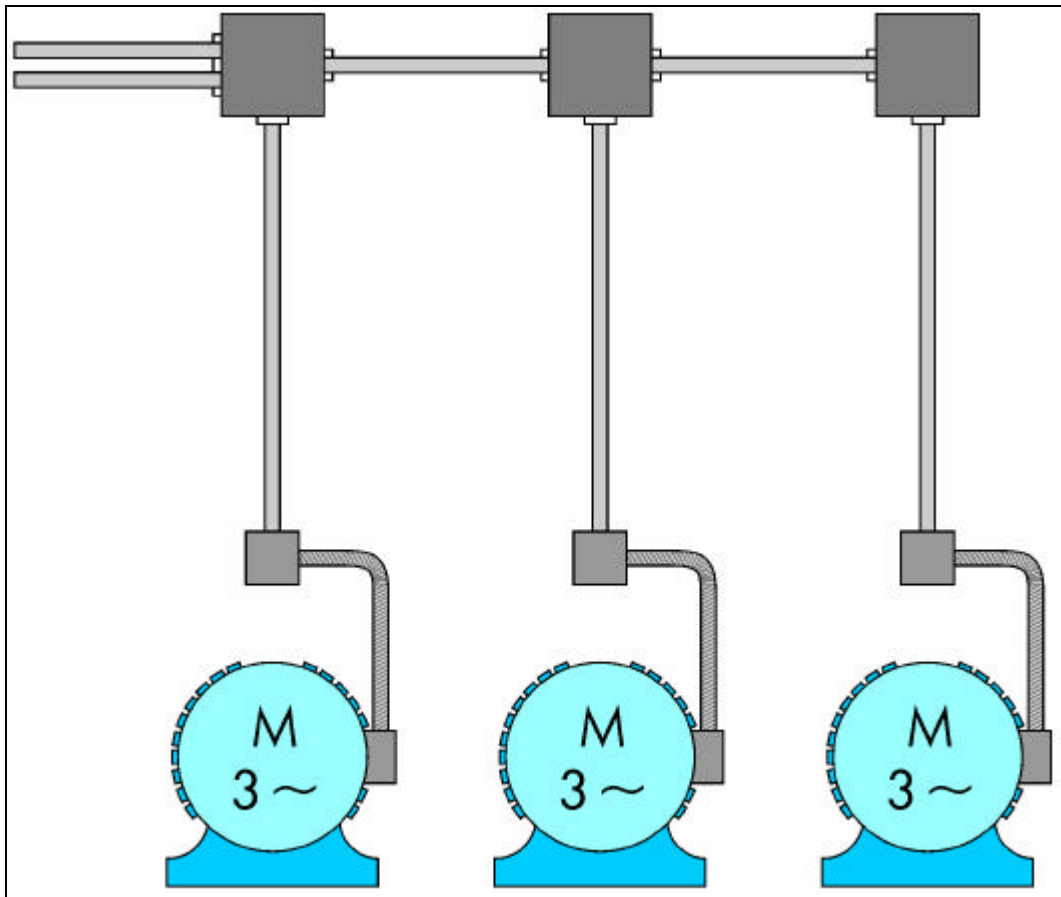
Ραβδόμορφοι αγωγοί



## II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1. Σχέδιο έργου

Τυπική γραμμή τροφοδοσίας που θα υλοποιηθεί στο εργαστήριο



*Ο ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης πρέπει να βλέπει μια βιομηχανική εγκατάσταση από πλευράς εγκατεστημένης ισχύος*

### 2. Όργανα - υλικά - συσκευές που θα χρησιμοποιηθούν

- Πλαστικοί σωλήνες βαρέως τύπου των 23mm, μέτρα 10.
- Πλαστικοί σωλήνες βαρέως τύπου των 16mm, μέτρα 10.
- Αγωγοί Ν.Υ.Μ όλα τα χρώματα, μέτρα 10.
- Κουτιά διακλάδωσης (100mm X 100mm) τετράγωνα, τεμ.6.
- Εύκαμπτος σωλήνας (φλεξίμπιλ).

### **3. Πορεία εργασίας**

- 1.** Τοποθετήστε τα εξωτερικά κουτιά διακλάδωσης.
- 2.** Τοποθετήστε τους πλαστικούς σωλήνες βαρέως τύπου διαμέτρου 23mm συνδέοντας τα κουτιά διακλάδωσης μεταξύ τους και προς την πλευρά τροφοδοτήσεως.
- 3.** Τοποθετήστε τους πλαστικούς σωλήνες βαρέως τύπου των 16mm κάθετα από τα κουτιά διακλάδωσης προς τα κουτιά τροφοδοτήσεως κάθε κινητήρα.
- 4.** Τοποθετήστε τον εύκαμπτο σωλήνα βαρέως τύπου (φλεξίμπλ) από τα κουτιά τροφοδότησης προς τα ακροκιβώτια συνδέσεων των κινητήρων. Χρησιμοποιούμε ειδικά «ρακόρ» για την ένωση του εύκαμπτου σωλήνα στα κουτιά διακλάδωσης και τα ακροκιβώτια.
- 5.** Τοποθετήστε τα καλώδια Ν.Υ.Μ στους σωλήνες.
- 6.** Πραγματοποιήστε τις συνδεσμολογίες στα ακροκιβώτια των κινητήρων σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους.
- 7.** Ελέγξτε την εγκατάσταση παρουσία του καθηγητή.

### III. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

**ΕΡ:** Πώς πραγματοποιούνται οι οδεύσεις καλωδίων μέσα στο έδαφος;

**ΑΠ:** Η όδευση των καλωδίων μέσα στο έδαφος γίνεται συνήθως μέσα σε χαλύβδινους σωλήνες ή πλαστικούς βαρέως τύπου με κατάλληλη διάμετρο.

Για το πέρασμα των καλωδίων μέσα στους σωλήνες κατασκευάζονται φρεάτια σε θέσεις και σε διαστάσεις σύμφωνα με τις υποδείξεις και κανονισμούς των οργανισμών κοινής ωφέλειας: ΔΕΗ, ΟΤΕ, Τοπ. Αυτοδιοίκηση.

**ΕΡ:** Πού πραγματοποιούνται οι διακλαδώσεις των καλωδίων των ηλεκτρικών γραμμών τροφοδότησης;

**ΑΠ:** Οι διακλαδώσεις των γραμμών τροφοδότησης των ηλεκτρικών κινήτρων πραγματοποιούνται μέσα σε κουτιά διακλάδωσης ως εξής:

- Για ορατή εγκατάσταση πάνω στον τοίχο ή πάνω σε ψευδοροφή χρησιμοποιούνται κουτιά διακλάδωσης ή διέλευσης τύπου «ανθυργό» ή πλαστικά, εγκεκριμένα από το Υπουργείο Ενέργειας και Φυσικών Πόρων.
- Στη χαμηλή τάση πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω χρωματισμοί:

			Πριν το 1978	Μετά το 1978
Φάση	L1	(R)	μαύρο	καφέ
Φάση	L2	(S)	κόκκινο	καφέ
Φάση	L3	(T)	καφέ	μαύρο
Ουδέτερος	N	(PN)	γκρι	μπλε ανοιχτό
Γείωση	P	(E)	κίτρινο	κίτρινο με πράσινη ρίγα

- Απαγορεύεται η αλλαγή χρωμάτων στους αγωγούς φάσεων, γείωσης και ουδέτερου.
- Μερικές φορές στην πράξη, λόγω έλλειψης χρωματιστών καλωδίων, οι ηλεκτρολόγοι εγκαταστάτες, χρησιμοποιούν το μαύρο χρώμα για τις τρεις φάσεις και «μαρκάρουν» τα πέρατα των φάσεων με χρώματα ή αριθμούς ή με σύμβολα L1, L2, L3.



**Προσοχή:**

Εδώ την ευθύνη φέρει αυτός που υπογράφει ή ο επιβλέπων μηχανικός του έργου.

Τα κουτιά διακλάδωσης που χρησιμοποιούνται περισσότερο στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι:

φ 80 mm	ταυ
φ 80 mm	σταυρός
100x100	τετράγωνο μικρό
150x150	τετράγωνο μεγάλο

Για κωνευτές εγκαταστάσεις σε τοίχους, κάτω από το ύψος των ψευδοροφών και όπου αλλού απαιτείται να γίνει κωνευτή εγκατάσταση χρησιμοποιούνται κουτιά διακλάδωσης πλαστικά, με κατάλληλες διαστάσεις.

**ΕΡ:** Ποια χρώματα χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με τον κανονισμό των Ε.Η.Ε., για την διάκριση των αγωγών;

**ΑΠ:** Στη διάκριση των αγωγών πρέπει να τηρείται με σχολαστικότητα ο προβλεπόμενος χρωματισμός από τους κανονισμούς των τριών φάσεων, του ουδέτερου και της γείωσης.